

立山と火山灰

小林 武彦

立山の広い台地やいくつかの峰が火山岩でできていることや、みくりが池・みどりが池などの火口湖、地獄谷の噴気孔のことを知っている方々はこの表題から立山火山の火山灰のことを想像なさるかもしれません。立山火山もたしかにかつて激しい噴火をくりかえし、たくさんの火山灰や軽石を高く吹きあげました。それらの火山噴出物は西風に流されて東方に広がり、しだいに空中を降下し広大な野や山をおおって堆積しました。しかし、ここでは立山火山の火山灰のことではなく、遠くはなれた火山から何100kmもいや1,000km以上も空を旅してきて立山に降りつもった火山灰や軽石についてお話します。

それは私たちが比較的あたらしい時代の自然の歴史を調べようとする時に広い分布をもつ大昔の火山灰がとても貴重な手がかりをあたえてくれるからなのです。それで火山灰がどんなふうに役立つのか、立山に見られる火山灰を例としてお話ししようと思ったわけです。

1 火山灰は名札をつけて旅行する？

1977年の7月、私たちは立山・弥陀ヶ原で活断層の調査をしていました。活断層というのは一言でいえば「生きている」断層、つまり今も活動している断層のことです。すばらしい天気がつづき下界は猛暑だというのに、海拔2,000mに近い高原はとても過ごしやすく、人力によるボーリングの仕事も順調に進んでいました。しかし、私は調査ははかどるにつれゆううつになっていました。

その前年、1976年に町田さん(都立大)と新井さん(群馬大)は日本列島の西半部を精力的に調査され、九州の^{あいら}姦良カルデラから約22,000年前に噴出され東方へ非常に広域にわたり降りつもった姦良Tn火山灰層について報告していました。(第1図)その中で火山灰層分布地の一つに富山県の常願寺川中流の河岸段丘(立山町上段)が掲げられていました。両氏はさらに大山火山から噴出された

| テフラ名 | 結核火山 | 年代 (1000年前) |
|-----------------|---------|----------------|
| アカホヤ火山灰 (Ak) | 鬼界カルデラ | 5~6 |
| 幸屋火砕流 (Ky) | 摩周カルデラ | 6~7 |
| 摩周火砕流 (Ma-f) | | |
| 八戸火砕流 (Hpf) | 十和田カルデラ | 12 |
| 八戸降下軽石 (Hp) | | |
| 姦良Tn火山灰 (AT) | | |
| 八戸火砕流 (Ho) | 姦良カルデラ | 21~22 |
| 大隅降下軽石 (OaP) | | |
| 支笏火砕流 (Spf) | 支笏カルデラ | 30~32 |
| 支笏降下軽石 (Spfa-1) | | |
| 鹿沼軽石 (KP) | 赤城山 | 32 |
| 大山合軽石 (DKP) | 大山 | 30~40 |
| 阿蘇-4火砕流 (Aso-4) | 阿蘇カルデラ | >41 |
| 東京軽石 (TP) | 箱根山 | 49 |
| 御岳第1軽石 (Pm-1) | 御岳 | 70~90 |



第1図 日本の代表的広域テフラ層(第四紀後期)
御前崎南方約700kmの×点は、深海底コア
(東大海洋研、白鳳丸採取、KH-76-2-7)
中にアカホヤ火山灰と姦良Tn火山灰が確認された地点
(町田 1977)

倉吉軽石層(約4~5万年前)も発見していました。又、九州南の鬼界カルデラから噴出したアカホヤ火山灰層(約6,000年前)の追跡も始められており、その様子では、富山でも見つかるかもしれないと思われるようになっていました。弥陀ヶ原の台地形成はこれらの火山灰噴出より古いことがわかっていましたし、弥陀ヶ原の位置から見てこれらの火山灰が必ずあるにちがいないと推定されました。調査の準備過程では現地でそれらを見つけたすばかりだと思われ、火山灰層を識別するために大きな偏光顕微鏡も運びあげていたのでした。ところが、いざ調査を始めてみるとなかなか姿を現わしてはくれないのでした。うかない気持ちで宿と調査地の間を往復するうち、ふと湿原の中にできている草のはげた窪みに目がいきましました。多分人間の足が作ってしまった泥炭層の中の窪み、その底にまわりの黒色に対してひときは目立つ白い砂が少しずつたまっていました。湿原は凹凸のある斜面であり、そんな砂が流水で流れてむことはふつ

うありません。火山灰かもしれないとさっそく調べてみました。顕微鏡で見ると砂粒の大部分は近くに分布する安山岩の破片や鉱物でした。しかしほんの2, 3粒だけ薄い板状の火山ガラス片が見つかりました。立山ではお目にかかれぬ無色透明のガラス片で探していた火山灰のものに似ていました。こんなガラス片があるとすればどこかで火山灰層が発見できるかもしれないと白砂の由来を考えてみました。どうやら、白砂は草のはげた泥炭層の斜面を雨水などがつたうとき泥炭層から洗いだしたように思われました。

そうであれば、火山灰は近くの泥炭の中に入っていたことになります。この泥炭層は厚さが40~50cmぐらいで、遊歩道や自動車道のまわりにはどこでも露出しています。そしてすぐいろいろな所から火山灰層が見つかりました。それは泥炭層の下限から10cm~5cmぐらいの所にちゃんとした層をつくってはさまれていました(写真1)。

みつけた火山灰層の厚さはたった1mm位、火山灰は泥炭の色にそまってやや淡いこげ茶色でした。泥炭が乾きかけた所では火山灰のはさまっている所が水平なわれ目になり、そこから剥がれてきます。あまり薄いこと、色も褐色でちょうど割れ目が発達することなどにだまされて探せなかったのです。

手にとって見ると陽の光をうけてにぶく光る小さなかけらがびっしりとつまっていることがわかります。そこで顕微鏡の出番です。金属性のふるいの上にせ水で洗ってみますと粒のこげ茶色がうすくなっています。それを顕微鏡で見ました。

粒の大きさは最大0.4mmほどで、粒のほとんどは無色透明の薄い板状をした火山ガラスです。その形はもろい材質の板を打ちわった時に見られる様な鋭い端を持ち、板は少しまがったものがよく認められ、ガラス片の中に小さい泡が含まれていたり、Y字型にとげをもったものも見つかりました。ちょっと厚めの部分ではガラスにうす墨色もつきます。細く砕ける前の状態を復元して考えてみると、それらのガラス片はちょうどスポンジの穴の壁みたいな形で気泡の側壁をつくっていたと思われました。きっと噴火のときマグマがあまりみごとに泡だちすぎて泡がみなバラバラになっ

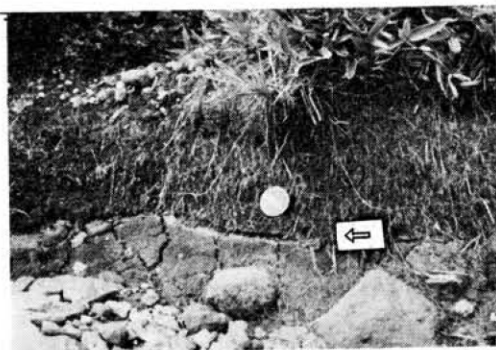


写真1 弥陀ヶ原の泥炭層中のアカホヤ火山灰

てしまったものなのでしょう。鉱物はわずかにシソ輝石と普通輝石のみみられるだけでした。このような特徴は従来知られている火山灰ではアカホヤ火山灰のものでした。でもこの火山灰が1,000km以上もはなれた鬼界カルデラ(トカラ硫黄島などからなる)から噴出したとされる火山灰と岩石学的性質が似ているからといって、1mmぐらいの厚さしかない火山灰がそれだなんて本当に考えてよいのでしょうか。どんなふうにしてこの火山灰を追跡し、そして同定していったかについては町田さんの名著「火山灰は語る」をお読みいただくことにして、ここではそんな判断ができるという火山灰の特徴について考えてみましょう。

火山灰は噴火によって10,000mもの上空へ吹き上げられ、上空に卓越する西風などに流されながら地上に降りつめます。噴出から火山灰の主要部が堆積するまでの時間は数日~10数日ぐらいで人間の感覚からいっても短時間のうちに1,000km以上も広がります。地質学の時間尺度でいえばほんの一瞬のうちに堆積してしまうことになります。大量に放出される火山灰のほとんどは噴火をおこしたマグマです。火山灰はマグマの破片であると言えます。一回の噴火で放出されたマグマは組成も均一な場合が多く、他の性質もほぼ均一なことが多いので、破片になったものも均一な性質をもっていることになります。そういう破片が短時間に空中を移動し堆積する時、堆積した火山灰も均一なままでは必ずず。もし、空中を降下する間に破片の比重などによって選別作用があったとしても、マグマの中でつくられたガラスや鉱物の化学組成などのように噴出後には変化し得ない性質もあります。そんな性質を調べ比較す

ることによって遠隔地であって、例え少量であっても火山灰層が同一である可能性があるかどうか判定できることになります（岩石学的性質にちがいがあって別物だろうということは単純ですが）。

分布や時代などについてある程度の予測が可能なのは、このような考え方で同定されます。もちろん、まったく区別できないような火山灰層がいく層も見いだされる場合もあり、すべてが区別できるというわけではありませんが。

こんな理屈でアカホヤ火山灰を発見・同定した私たちは、その晩、暗い小屋の中で盛大なお祝いの酒盛りをしました。そのようにして、やがて始食 Tn 火山灰や大山倉吉軽石も弥陀ヶ原で見つけ同定することができました。

Ⅱ 火山灰は精巧な時計の目盛

さて、私たちが弥陀ヶ原へ行ったのは断層の調査のためだったはずですが。それなのに「火山灰、火山灰……」「軽石、軽石……」などとばかり言っていたものですから調査の同僚である「口の悪い」学生に軽石おじさんなるありがたい名前を頂いてしまいました（もっと他の意味も含まれていたのかもしれませんが）。では、断層の調査にどうして遠いかなたからきた火山灰や軽石が必要だったのでしょうか。

火山灰はほんの一瞬間に広がり堆積します。だから、火山灰層はある一瞬を地層の中に示したり、その時の地表面を広域に示すということになります。また、火山灰はただ単に広い範囲に堆積するというばかりではなく、他の多くの堆積物と違って多様な環境のすべてをおおって堆積します。

陸上ばかりではなく、海にも湖にも氷河の上にも堆積します。だから、ことになった環境で堆積した種々の地層や地表面にある火山灰が認められる場合、それらがその同じ時に存在したことが示されます。このような地層の対比に都合よい層のことを地質学では鍵層と呼んでいます。

火山灰層はすばらしい鍵層です。とくに、ふつう堆積物がすくないあるいは、堆積物があってもその地層の年代がきめにくい陸上へも火山灰は広く堆積します。その点でとくに得がたい鍵層ということになります。

これらのことから、火山灰層はさらにすばらしい性質をそなえることになります。それは、広い

分布のうちどこかで年代がきめられやすいこととひとたびその火山灰の確実な年代決定がなされれば、その年代は火山灰の分布域全体に適用できるということになるからです。また、火山灰について、異なった場所で、あるいは異なった方法で年代の決定がなされる可能性もあり、年代測定値や年代決定法の相互検討が可能となります。このようにして、火山灰はますます精度がよく広範に使用可能な鍵層だということになります。物の運動を調べる時に、時間を正確に示す時計がどうしても必要です。地球の運動の一つである断層運動も、その様子をしらべるためには時計が必要です。火山灰はその時計の役目をしてくれます。単純に言えば、年代のわかった火山灰層が、断層によってどれだけくいちがいを生じているかがわかれば、火山灰が堆積してから現在までの断層運動の平均速度がわかります。何層もの火山灰層が一つの断層でくいちがいが生じていれば、火山灰ごとのくいちがいの差によって一つの火山灰層の示す時とその次の火山灰層の示す時間の間の平均速度がもとめられ、そういう方法をつみかさねれば、原理としては断層運動の始まった時期や速度の変化なども測定が可能になるはずです。

そんなわけで、私たちは弥陀ヶ原で断層の周辺の調査を行い、三つの火山灰層と断層との関係から断層運動の主な時期を知ることができました。調査地点では4～5万年前の大山の倉吉軽石層は断層により大きく変位しそれに対し、始良 Tn 火山灰は断層運動の直後に堆積し、断層でできた崖や断層でできた溝（地溝）の底をみごとにおおっています。またアカホヤ火山灰は地溝の底をうめた地層の上部にはさまれています。したがって調査地点で考えるかぎり断層がはげしく活動し、みごとな断層地形が形成されたのは始良 Tn 火山灰の降る直前だったということになります（表1）。

火山灰をつかって立山の自然史を明らかにする仕事は最近非常に進みました。表1には、私（1975年）や私たち（未発表）の成果の他に町田・新井（1979）の成果の主な部分を示してあります。立山火山を給源とし広域に分布する軽石層としてはDPm層、EPm層があり、それらと他の火山を源とする年代の決定されている広

| 地質年代区 | 年数 | 区域に分布する火山灰 | 立山火山の活動 | その他 |
|-------|---------------|------------|-----------------------------|---------------|
| 第4紀 | 完新世 6000年前 | アカホヤ火山灰 | 地獄谷水蒸気爆発 | 彌陀ヶ原泥炭層形成 |
| 更新世 | 22000年前 | 始良Tn火山灰 | 彌陀ヶ原断層 | 立山カル群 |
| 新世 | 40000年前 | 大山倉吉軽石 | 美松坂溶岩 玉殿溶岩 E Pm噴出 | 室堂礫層 (氷堆石) |
| | 80000年前 | 御岳Pm-1軽石 | 彌陀ヶ原台地形成 (火砕流およびD Pm 噴出) | |

表1 立山地史年表

小林(1975) 羽田野他(未発表)
町田・新井(1979)による

域火山灰・軽石層の関係から、立山の彌陀ヶ原の台地が約8万年よりはすこし前に形成されたことがわかります。また、それ以降現在にいたるまでの主な火山活動、氷河や泥炭層の形成期などの時期が非常に明らかになってきました。彌陀ヶ原などの泥炭形成とアカホヤ火山灰の関係は火山灰ならではと思われ愉快です。

立山周辺地域の泥炭層分布地ではかならず泥炭層の下から4分の1ぐらいの所にアカホヤ火山灰が認められます。そして、泥岩層ないし泥炭質腐植土層は1,200mぐらいから約2,700mぐらいまでの間、ほとんど連続的に分布しています。前につかった言い方をすれば、アカホヤ火山灰は約6,000年前のものですから、それにおおわれる泥炭層中の面は6,000年前の地表面ということになります。6,000年前といえば最後の氷期からだんだん気候が温暖化してきて約5,000年といわれる縄文時代の暖化の頂点の少し前です。高度差で1,000m以上もの範囲でそのような時期の泥炭層が明らかになるなどということはちょっと他の年代決定法ではあり得ません。植生などを研究していただくには格好の材料のように思われます。

おわりに

地球の歴史の中でもっとも現在に近い時代第四紀は人類の時代とも呼ばれ、我々の現在への生活

に深いかわりをもっている時代です。他方この時代は自然環境の激しい変化の時代でもあったことが知られています。たとえば、年平均気温が6℃も低かったとか、海面の高さが現在より100mも低下していたなどが知られています。人類の力が強大になり、好むと好まざるとにかかわらず人間の活動によって自然が大きく変化させられようとしている現在、このような激変の時代を研究することで我々は自然自らが行った環境変化実験の結果を知ることができます。

人間社会の歴史を考えるとと同じように、現在にもっとも近い時代である第四紀の時代区分は他の時代よりもずっと細かくされねばなりませんし、そのためには正確な時間尺度が必要になってきます。ところがこの短い時間の中では古い時代のように古生物の進化を直接の手がかりにして年代を判定していく方法はあまり有効ではありません。絶対年代測定法もいろいろ考えられていますが、そのような方法を用いるためには方法に適するごく限られた種類の物質が必要であり、どこでもできるというものではありません。そんな中で火山灰を用いた年代決定法(テフロクロノロジー)がますます効果を発揮しつつあります。それで、その方法を私たちの調査の例を用いて御説明しようと思ったわけです。時間や紙面との関係もあり十分に言い尽せないまま話を進めてしまいましたが、もし私どものやっている研究を御理解いただければ幸いです。

最後になりますが彌陀ヶ原の調査をリードされ羽田野誠一さん(国土地理院)、調査ですばらし雰囲気をつくってくれた学生諸兄、調査のため多大な御便宜を与えてくださったTKK、岩田進、水井利広、両氏をはじめとする彌陀ヶ原ホテルの皆様、建設省立山砂防工事事務所、富山営林署、環境庁立山自然保護センターのみなさまにこの場を借りて御礼申し上げます。

<こばやし たけひと :
富山大学教養部助教授>